

#2 Priority
paper
10-3-01
R. Stiles

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Toshiaki SHINOHARA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: SEMICONDUCTOR DEVICE

JC971 U.S. PTO
09/895025

07/02/01

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).

Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2001-043439	February 20, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

are submitted herewith

will be submitted prior to payment of the Final Fee

were filed in prior application Serial No. filed

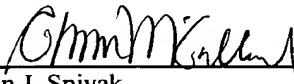
were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

(A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)

are submitted herewith

will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

 Marvin J. Spivak
 Registration No. 24,913
 C. Irvin McClelland
 Registration Number 21,124


22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC971 U.S. PTO
09/095025
07/02/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2001年 2月20日

出願番号
Application Number:

特願2001-043439

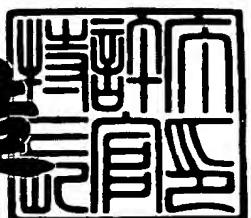
出願人
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3017424

【書類名】 特許願

【整理番号】 529192JP01

【提出日】 平成13年 2月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/00

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号 福菱セミコン
エンジニアリング株式会社内

【氏名】 篠原 利彰

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を有する半導体素子と、
第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面とを有する金属ブロックと、
前記金属ブロックの前記第1の面と接合される電極端子と、
前記金属ブロックの前記第2の面と接合され、両面に金属層を有するセラミック基板と
を備え、

前記半導体素子は前記電極と共に前記金属ブロックの前記第1の面と接合材によ
って接合される半導体装置。

【請求項2】 前記セラミック基板の両面に有する各前記金属層は同じ厚さ
である、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記半導体素子は複数設けられ、
前記金属ブロック及び前記セラミック基板は、前記半導体素子間の絶縁単位ご
とに分離し、

前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの一方は、少なくとも一つの
前記半導体素子に対応して設けられ、

前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの他方は、前記絶縁単位を構
成する前記半導体素子のすべてに渡って設けられる、請求項1及び請求項2のい
ずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項4】 第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面とを有する
金属ブロックと、

前記金属ブロックの前記第1の面と接合材によって接合される半導体素子と、
第3の面と、前記第3の面とは反対側の第4の面とを有し、前記金属ブロック
の前記第2の面と前記第3の面が接合される樹脂絶縁層と、

前記金属ブロック及び前記半導体素子を封止する樹脂パッケージと
を備え、

前記樹脂絶縁層は、その前記第4の面が露出しており、前記樹脂パッケージよ

りも弾力性が良い半導体装置。

【請求項5】 前記樹脂絶縁層は、セラミック材料を充填したシリコン樹脂で形成される、請求項4に記載の半導体装置。

【請求項6】 前記金属ブロックは、前記半導体素子の絶縁単位ごとに設けられる、請求項4及び請求項5のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項7】 前記金属ブロックは、前記接合材よりも広い面を前記接合材と反対側に有する、請求項1乃至請求項6のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項8】 前記金属ブロックは、前記半導体素子の中心から離れるほど前記半導体素子との隙間が広く、前記接合材によって前記隙間が埋められる、請求項1乃至請求項7のいずれか一つに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の構造、特に電力制御用に使用される電力用半導体装置の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

図10は従来の電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。図10のように、従来の電力用半導体装置は、パワー素子1、ベース板13、絶縁基板4、電極端子22が取り付けられたケース27及び蓋28を備えている。

【0003】

絶縁基板4は、アルミナ、窒化アルミニウム又は窒化ケイ素などのセラミック基板6の両面に金属層5、7を形成したものであって、金属層5にはパワー素子1が半田19で接合されている。また、金属層5には回路パターンが形成されている。ベース板13は銅などから形成されており、放熱用ヒートシンクとして機能する。そのベース板13上には、絶縁基板4の金属層7が半田20で接合されている。ケース27内には、絶縁基板4と反対側の面でベース板13が露出するように、パワー素子1及び絶縁基板4が収納されている。

【0004】

パワー素子1はケース27内部の電極端子22や金属層5の回路パターンとアルミワイヤ8によって接続されている。そして、パワー素子1、絶縁基板4及びベース板13を覆うように、ケース27内にはシリコンゲル25が充填されており、さらにその上部がエポキシ樹脂26で封止されている。また、ケース27には蓋28が取り付けられている。図10では示していないが、ベース板13のケース27から露出している面には、外部放熱器が取り付けられることもある。

【0005】

電極端子22のうち、ケース27外部に導出された電極端子22には、ネジ穴24が設けられており、ケース27に埋め込まれている電極取り付けナット29の中心とネジ穴24との中心が一致するように、電極端子22は配置されている。そして、外部機器の電極端子（図示せず）を電極端子22上に配置して、ケース27の外側からネジ（図示せず）をネジ穴24に挿入し、ネジを電極取り付けナット29に螺合することによって、外部機器の電極端子を電極端子22に接続し、固定する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来の電力用半導体装置では、パワー素子1で発生した熱は、半田19、絶縁基板4、半田20、ベース板13を通って、外部放熱器（図示せず）から外部に放出される。ベース板13及び外部放熱器は、例えば銅材から成り、その熱伝導率は約380W/mKである。また、半田19、20の熱伝導率は20~30W/mKである。絶縁基板4は、金属層5、7とセラミック基板6から構成されているが、その熱伝導はセラミック基板6の熱伝導率が支配するため、20~180W/mKである。つまり、半田19、20及び絶縁基板4は、その熱伝導率がベース板13及び外部放熱器よりも大幅に小さい。しかもこれらはパワー素子1の直下に配置されているため、熱が通過する面積はパワー素子1の面積程度であって、熱伝導の主たる阻害要因となっている。

【0007】

また、セラミック基板6の材料としてアルミナが良く使用されるが、絶縁基板4の熱伝導を向上させるために、アルミナよりも熱伝導率の良好な窒化アルミニ

ウムなどが使用される場合がある。このとき、窒化アルミニウムはアルミナよりも高価であるため、熱伝導の向上のために材料コストが増加していた。

【0008】

そこで、本発明は上述のような問題を解決するためになされたものであり、放熱特性を向上する半導体装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明のうち請求項1に記載の半導体装置は、電極を有する半導体素子と、第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面とを有する金属ブロックと、前記金属ブロックの前記第1の面と接合される電極端子と、前記金属ブロックの前記第2の面と接合され、両面に金属層を有するセラミック基板とを備え、前記半導体素子は前記電極と共に前記金属ブロックの前記第1の面と接合材によって接合されるものである。

【0010】

また、この発明のうち請求項2に記載の半導体装置は、請求項1に記載の半導体装置であって、前記セラミック基板の両面に有する各前記金属層は同じ厚さであるものである。

【0011】

また、この発明のうち請求項3に記載の半導体装置は、請求項1及び請求項2のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記半導体素子は複数設けられ、前記金属ブロック及び前記セラミック基板は、前記半導体素子間の絶縁単位ごとに分離し、前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの一方は、少なくとも一つの前記半導体素子に対応して設けられ、前記金属ブロック及び前記セラミック基板のうちの他方は、前記絶縁単位を構成する前記半導体素子のすべてに渡って設けられるものである。

【0012】

また、この発明のうち請求項4に記載の半導体装置は、第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面とを有する金属ブロックと、前記金属ブロックの前記第1の面と接合材によって接合される半導体素子と、第3の面と、前記第3の面

とは反対側の第4の面とを有し、前記金属ブロックの前記第2の面と前記第3の面が接合される樹脂絶縁層と、前記金属ブロック及び前記半導体素子を封止する樹脂パッケージとを備え、前記樹脂絶縁層は、その前記第4の面が露出しており、前記樹脂パッケージよりも弾力性が良いものである。

【0013】

また、この発明のうち請求項5に記載の半導体装置は、請求項4に記載の半導体装置であって、前記樹脂絶縁層は、セラミック材料を充填したシリコン樹脂で形成されるものである。

【0014】

また、この発明のうち請求項6に記載の半導体装置は、請求項4及び請求項5のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記半導体素子の絶縁単位ごとに設けられるものである。

【0015】

また、この発明のうち請求項7に記載の半導体装置は、請求項1乃至請求項6のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記接合材よりも広い面を前記接合材と反対側に有するものである。

【0016】

また、この発明のうち請求項8に記載の半導体装置は、請求項1乃至請求項7のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記半導体素子の中心から離れるほど前記半導体素子との隙間が広く、前記接合材によって前記隙間が埋められるものである。

【0017】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は本実施の形態1に係る半導体装置の回路図である。図1のようすに、本実施の形態1に係る半導体装置は、例えば三相インバータ回路で構成されている。具体的には、出力端子U, V, Wは例えば交流モータなどに接続され、入力端子P, Nは例えば直流電源が直接接続されたり、また商用電源から直流電圧を作る順変換回路の出力が接続されたりする。P側のパワー素子1pはIGBT1ap

と、IGBT1a_pに逆並列接続されたダイオード1b_pとを備え、N側のパワー素子1nはIGBT1a_nと、IGBT1a_nに逆並列接続されたダイオード1b_nとを備える。そしてパワー素子1p, 1nが直列接続されている。これをアームと呼ぶ。本実施の形態1に係る半導体装置は、並列接続された3つのアームを備えており、制御端子GUP, GUN, GVP, GVN, GWP, GWNを制御することによって各IGBTをオン／オフし、交流モータの回転動作を制御する。以下、後述の電極端子2b, 金属ブロック3, 絶縁基板4, 金属層5, 7及びセラミック基板6も含めて、P側とN側の区別がない場合には符号の末尾のp, nを省略する。

【0018】

図2は、本実施の形態1に係る半導体装置の構造を模式的に示す平面図であって、図1の回路図で示された半導体装置の平面図である。そして、図3は、図2中の矢視A-Aにおける断面図であって、樹脂パッケージを形成した後の断面図である。

【0019】

図2及び図3より、本実施の形態1に係る半導体装置は、パワー素子1, 電極端子2a, 2b, 2c, 金属ブロック3, 絶縁基板4及び樹脂パッケージ11を備えている。図2では、構造を容易に把握できるように樹脂パッケージ11を省略し、これが形成される範囲21を示している。電極端子2a, 2b, 2cはタイバー12で接続されているが、このタイバー12は樹脂パッケージ11の形成後に切断され、各電極端子は分離される。

【0020】

図4は図3中の部分Bを拡大して示す断面図である。また、図5は金属ブロック3のパワー素子1を搭載する面から見た斜視図である。図4で示すように、パワー素子1のIGBT1aは一方の主面にコレクタ電極50を有し、もう一方の主面にゲート電極51及びエミッタ電極52を有している。IGBT1aは、コレクタ電極50が金属ブロック3と接するように金属ブロック3に搭載され、接合材9で接合されている。金属ブロック3は例えば銅材から形成されており、接合材9は例えば半田や導電性樹脂などが使用される。また、図4, 5で示すよう

に、金属ブロック3のパワー素子1が搭載される面は、搭載されているIGBT1aの中心から離れるほどIGBT1aとの隙間が広くなるような形状をしている。接合材9がこの隙間を埋める結果、IGBT11aの周辺において、その中心よりも接合材9が厚くなっている。図示していないが、ダイオード1bは一方の主面にカソード電極を有し、もう一方の主面にアノード電極を有している。そして、カソード電極が金属ブロック3と接するように金属ブロック3に搭載され、接合材9で接合されている。なお、ダイオード1bが搭載されている部分における金属ブロック3の形状についても、搭載されているダイオード1bの中心から離れるほどダイオード1bとの隙間が広くなっている。

【0021】

絶縁基板4は、例えばアルミナ、窒化アルミニウム又は窒化ケイ素などからなるセラミック基板6の両面に、同じ厚さの金属層5、7を形成したものである。また、セラミック基板6は例えば0.3～1.0mmの厚さである。金属ブロック3及び絶縁基板4は、パワー素子1の絶縁単位ごとに設けられている。つまり本実施の形態1では、アームの区別なくP側とN側とで個別に設けられた金属ブロック3p、3n及び絶縁基板4p、4nを備えている。そして、絶縁基板4pの金属層5pはパワー素子1pと反対側の面で金属ブロック3pに接合材10で接合されている。同様にして、絶縁基板4nの金属層5nは金属ブロック3nに接合されている。また、金属ブロック3のパワー素子1と反対側の面は、パワー素子1との接合面よりも広くなっている。接合材10は例えば半田などが使用される。

【0022】

金属ブロック3nのパワー素子1nが接合された面には、電極端子2aが例えば超音波接合で取り付けられている。そのため、金属ブロック3nと接合しているパワー素子1nの電極、つまりIGBT1anのコレクタ電極50及びダイオード1bnのカソード電極（図示せず）は、金属ブロック3nを介して電極端子2aに接続されている。電極端子2bpはIGBT1apのゲート電極51と、電極端子2bnはIGBT1anのゲート電極51と、それぞれアルミワイヤ8で接続されている。電極端子2cはIGBT1anのエミッタ電極52及びダイ

オード1b nのアノード電極とアルミワイヤ8で接続されている。またIGBT 1a pのエミッタ電極52及びダイオード1b pのアノード電極は、パワー素子1nが接合された金属ブロック3nにアルミワイヤ8で接続されている。

【0023】

樹脂パッケージ11は、例えばエポキシ樹脂が使用されており、絶縁基板4の金属層7を露出させつつ、パワー素子1、電極端子2a, 2b, 2c及び金属ブロック3を封止している。そして、露出している絶縁基板4の金属層7に外部放熱器が取り付けられることがあるが、図3では記載を省略している。

【0024】

上述の構造を備える本実施の形態1に係る半導体装置において、パワー素子1で発生した熱は、接合材9、金属ブロック3、絶縁基板4を通って、外部放熱器（図示せず）から外部に放出される。図6は、パワー素子1で発生した熱が伝導する様子を示した図であって、図6(a)は、上述の従来の電力用半導体装置の熱伝導の様子を示しており、図6(b)は、本実施の形態1に係る半導体装置の熱伝導の様子を示している。接合材9, 10は例えば半田を使用すれば、接合材9, 10と半田19, 20との熱伝導率は同等であると考えることができる。また、金属ブロック3は例えばベース板13と同じ銅材から形成すれば、金属ブロック3とベース板13との熱伝導率も同等であると考えることができる。このように考えると、接合材9, 10及び絶縁基板4は、金属ブロック3よりも熱伝導率が小さく、本実施の形態1における熱伝導の主たる阻害要因となっている。

【0025】

従来の電力用半導体装置では、図6(a)の熱の拡散方向30で示すように、パワー素子1で発生した熱は、熱伝導が良好なベース板13を通過する前に、熱伝導の主たる阻害要因である半田19, 20及び絶縁基板4を通過する。そのため、絶縁基板4を熱が通過する面積32は、ほぼパワー素子1の面積と同じである。一方、本実施の形態1に係る半導体装置では、図6(b)の熱の拡散方向31が示すように、パワー素子1で発生した熱は、熱伝導の主たる阻害要因の一部である接合材9を通過して、熱伝導の良好な金属ブロック3を通過する。そして、残りの熱伝導の主たる阻害要因である接合材10及び絶縁基板4を通過する。

そのため、パワー素子1で発生した熱は、金属ブロック3でその厚さ方向と垂直な水平方向に拡散されてから、接合材10及び絶縁基板4を通過する。つまり、絶縁基板4を熱が通過する面積33は、パワー素子1の面積よりも十分大きい。

【0026】

このように、本実施の形態1に係る半導体装置によれば、熱伝導の主たる阻害要因の一部である接合材9を熱が通過する面積はパワー素子1の面積とほぼ同じであるが、残りの熱伝導の主たる阻害要因である接合材10及び絶縁基板4を熱が通過する面積は、パワー素子1の面積より十分に大きくなっているため、従来の電力用半導体装置よりも放熱特性が向上する。その結果、従来の構造では、良好な放熱特性を得るためにセラミック基板6の材料として窒化アルミニウムを使用していたが、本実施の形態1の構造では、窒化アルミニウムより安価なアルミナを使用することによって、従来と同等の放熱特性を得ることができる。そのため、経済性に優れた半導体装置を顧客に提供することができる。

【0027】

また、金属ブロック3とパワー素子1との線膨張係数の差によって、接合材9に熱応力が発生し、接合材は歪む。その熱応力はパワー素子1の中心から離れるほど大きくなる。そのため、接合材9のクラックはパワー素子1の四隅から発生しやすい。また、接合材9に生じる歪みは、接合材9の厚みが厚くなるほど単位厚みの歪みは小さくなる。本実施の形態1では、パワー素子1の周辺において、その中心よりも接合材9が厚くなっているため、クラックの発生を軽減することができる。

【0028】

また、金属ブロック3及び絶縁基板4はパワー素子1の絶縁単位ごとに設けられているため、パワー素子1間の絶縁を維持することができる。

【0029】

また、絶縁基板4の金属層5、7は同じ厚さであるため、金属ブロック3との接合時における絶縁基板4の反りを低減することができる。そのため、外部放熱器（図示せず）との接触面の平面度を向上することができる。その結果、放熱特性が向上する。

【0030】

また、従来の電力用半導体装置では、ケース27、蓋28、シリコンゲル25及びエポキシ樹脂26で、パワー素子1は封止されている。本実施の形態1にかかる半導体装置では、樹脂パッケージ11のみでパワー素子1を封止しているため、材料コスト及び製造コストを低減することができる。

【0031】

また、従来の電力用半導体装置では、絶縁基板4の金属層5及びアルミワイヤ8に大電流が流れている。金属層5の厚みは例えば0.2~0.3mmであって、アルミワイヤ8の直径は例えば0.2~0.5mmである。本実施の形態1に係る半導体装置では、部分的にはアルミワイヤ8にも流れるが、金属ブロック3及び金属ブロック3に直接接続された電極端子2aに大電流が流れる。金属ブロック3の厚みは例えば1.0~5.0mmであって、電極端子2aの厚みは例えば0.5~1.2mmである。このように、金属ブロック3及び電極端子2aは、従来における金属層5及びアルミワイヤ8よりも厚くできるため、半導体装置全体の電気抵抗を低下することができる。そのため、半導体装置の電力損失を低減することができる。

【0032】

また、図2において、金属ブロック3pに搭載されているIGBT1apのエミッタ電極52は、アルミワイヤ8で金属ブロック3nと接続することによって、金属ブロック3nに搭載されているIGBT1anのコレクタ電極と接続されている。このように、本実施の形態1では、金属ブロック3はパワー素子1の絶縁単位ごとに設けられているため、金属ブロック3を利用してアルミワイヤ8の配線を行うことができる。そのため、アルミワイヤ8の配線自由度が増加する。

【0033】

なお、本実施の形態1では、金属ブロック3と電極端子2aとを別々に用意し、超音波接合でそれぞれを接続したが、異厚銅条から金属ブロック3と電極端子2aとを一体成形しても良い。また、本実施の形態1では金属ブロック3と電極端子2aとの接続に超音波接合を使用したが、半田や導電性樹脂によって接合しても良いし、機械的にネジ止めで接続しても良い。

【0034】

また、本実施の形態1では、接合材9にかかる熱応力を緩和するために、金属ブロック3に搭載されるパワー素子1周辺部の接合材9を厚くする方法を示しているが、金属ブロック3の材料として、熱伝導率が比較的良好で線膨張係数が小さいモリブデン、銅・モリブデン合金、銅・タンゲステン合金、SiCとアルミニウムとの複合材などを使用することによっても、接合材9のクラックの発生を低減することができる。

【0035】

図7、8は本実施の形態1に係る半導体装置の変形例を示す平面図である。図7で示すように、本実施の形態1に係る半導体装置は、絶縁基板4pがP側のパワー素子1pのすべてに渡って形成されれば、P側の金属ブロック3pはN側の金属ブロック3nのよう各パワー素子1pごとに分離されていても良い。このときIGBT1apのコレクタ電極50は絶縁基板4pの金属層5pによって互いに電気的に接続される。また図8で示すように、本実施の形態1に係る半導体装置は、金属ブロック3pがP側のパワー素子1pのすべてに渡って形成されれば、P側の絶縁基板4pはN側の絶縁基板4nのよう各パワー素子1pごとに分離されていても良い。このときIGBT1apのコレクタ電極50は金属ブロック3pによって互いに電気的に接続される。つまり、金属ブロック3及び絶縁基板4はパワー素子1間の絶縁単位ごとに分離されており、絶縁基板4がその絶縁単位を構成する半導体素子1のすべてに渡って設けられていれば、少なくとも一つの半導体素子1に対応した金属ブロック3が複数設けられても良いし、金属ブロック3がその絶縁単位を構成する半導体素子1のすべてに渡って設けられていれば、少なくとも一つの半導体素子1に対応した絶縁基板4が複数設けられても良い。

【0036】

実施の形態2.

図9は本実施の形態2に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。本実施の形態2に係る半導体装置は、上述の実施の形態1に係る半導体装置において、基本的には絶縁基板4の代わりに樹脂絶縁層14を使用したものである。

【0037】

図9で示すように、本実施の形態2に係る半導体装置は、パワー素子1、電極端子2a, 2b、金属ブロック3、樹脂絶縁層14及び樹脂パッケージ11を備えている。パワー素子1が搭載された金属ブロック3は、パワー素子1の絶縁単位ごとに設けられている。樹脂絶縁層14は、パワー素子1と反対側の面で金属ブロック3に形成されており、すべての金属ブロック3に渡って形成されている。言い換えれば、樹脂絶縁層14の上に複数の金属ブロック3が搭載されている。樹脂絶縁層14は、例えばシリコン樹脂に充填材としてセラミック粉末を混入したものである。セラミック粉末としては、例えばシリカ、特に結晶性シリカ、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ボロンなどの一種又はそれらを混合した粉末を使用する。また、樹脂絶縁層14の厚みは、例えば0.2~0.5mmである。

【0038】

樹脂パッケージ11は、例えばエポキシ樹脂が使用されており、樹脂絶縁層14を露出させつつ、パワー素子1、電極端子2a, 2b及び金属ブロック3を封止している。そして、樹脂絶縁層14の露出部分には外部放熱器（図示せず）が取り付けられる。本実施の形態2では、樹脂絶縁層14を金属ブロック3に形成した後に樹脂パッケージ11でパワー素子1などを封止したが、金属ブロック3のパワー素子1と反対側の面を露出させつつ、パワー素子1、電極端子2a, 2b及び金属ブロック3を樹脂パッケージ11で封止し、金属ブロック3の露出面及びその露出面の周囲の樹脂パッケージ11を覆うように樹脂絶縁層14を形成する構造であっても良い。その他の構造については、上述の実施の形態1に係る半導体装置と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0039】

従来の構造や実施の形態1の構造では、外部放熱器が取り付けられるベース板13や絶縁基板4の反りあるいはたわみによって、また外部放熱器の反りあるいはたわみによって、半導体装置と外部放熱器とが密着せず、その間に隙間を生じていた。また、実施の形態1では、絶縁基板4だけではなく、エポキシ樹脂から成る樹脂パッケージ11の一部にも外部放熱器が取り付けられる場合には、同様

の理由で隙間を生じる可能性がある。半導体装置と外部放熱器との隙間は放熱特性を悪化させるため、従来の構造や実施の形態1では、その隙間に放熱グリスを塗布することが望ましい。本実施の形態2では、外部放熱器が取り付けられる樹脂絶縁層14にはシリコン樹脂が使用されているため、放熱グリスが不要となる。

【0040】

具体的には、一般的にシリコン樹脂は金属あるいはエポキシ樹脂よりも弾力性が良いため、樹脂絶縁層14に外部放熱器を取り付ける際の圧力で、シリコン樹脂は変形し、半導体装置と外部放熱器との隙間を少なくすることができる。そのため、放熱グリスの塗布量を低減しても放熱特性を向上させることができ、場合によっては放熱グリスを塗布する必要がなくなる。その結果、材料費が低減し作業効率が向上する。

【0041】

また、放熱グリスの熱伝導率は1～2W/mKであって、金属の熱伝導率よりも小さい。そのため、放熱グリス自身が放熱性の主たる阻害要因となることがあった。しかし、本実施の形態2では、放熱グリスの塗布量が低減するため、放熱グリスを使用した半導体装置と比べて放熱特性が向上する。ここでは、樹脂絶縁層14の材料としてシリコン樹脂を使用したが、シリコン樹脂と同等の弾力性及び絶縁性を有する樹脂、例えばウレタンゴムやフッ素ゴムなどを使用しても、同様の効果が得られる。

【0042】

また、樹脂絶縁層14には、熱伝導性に優れたセラミック粉末が充填されているため、セラミック粉末が充填されていない樹脂絶縁層を備える半導体装置よりも、放熱特性が向上する。

【0043】

【発明の効果】

この発明のうち請求項1に係る半導体装置によれば、発熱源である半導体素子に対して、熱伝導の主たる阻害要因となるセラミック基板よりも近い位置に、熱伝導が良好な金属ブロックが位置しているため、放熱特性が良好となる。

【0044】

また、セラミック基板が金属ブロックに設けられているので、これに絶縁耐圧を担わせることができる。そのため、接合材は絶縁耐圧を考慮することなく熱伝導の観点からその材料を選択することができる。

【0045】

また、半導体素子の電極と電極端子とが金属ブロックを介して接続されるため、半導体装置の電気抵抗が低下する。そのため、半導体装置の電力損失を低減することができる。

【0046】

また、この発明のうち請求項2に係る半導体装置によれば、セラミック基板の両面に有する金属層が同じ厚さであるため、金属ブロックとの接合時におけるセラミック基板の反りを低減することができる。そのため、セラミック基板に取り付けられることがある外部放熱器との接触面の平面度を向上することができる。その結果、放熱特性が向上する。

【0047】

また、この発明のうち請求項3に係る半導体装置によれば、金属ブロック及びセラミック基板が、半導体素子の絶縁単位ごとに設けられているため、半導体素子間の絶縁を維持しつつ複数の半導体素子を一つの半導体装置に備えることができる。

【0048】

また、金属ブロックを利用して半導体素子間を接続することができるため、配線自由度が増加する。

【0049】

また、この発明のうち請求項4に係る半導体装置によれば、樹脂絶縁層の弾力性が良いため、樹脂絶縁層と樹脂絶縁層に取り付けられる外部放熱器との間の隙間を少なくすることができる。そのため、放熱グリスが不要となり、半導体装置の材料費が低減し、作業効率が向上し、放熱特性が向上する。

【0050】

また、発熱源である半導体素子に対して、熱伝導の主たる阻害要因となる樹脂

絶縁層よりも近い位置に、熱伝導が良好な金属ブロックが位置しているため、放熱特性が良好となる。

【0051】

また、樹脂絶縁層が金属ブロックに設けられているので、これに絶縁耐圧を担わせることができる。そのため、接合材は絶縁耐圧を考慮することなく熱伝導の観点からその材料を選択することができる。

【0052】

また、この発明のうち請求項5に係る半導体装置によれば、樹脂絶縁層に熱伝導性に優れたセラミック粉末が充填されているため、放熱特性が向上する。

【0053】

また、この発明のうち請求項6に係る半導体装置によれば、金属ブロックが、半導体素子の絶縁単位ごとに設けられているため、半導体素子間の絶縁を維持することができる。

【0054】

また、この発明のうち請求項7に係る半導体装置によれば、金属ブロックが接合材よりも広い面を有して居るため、半導体素子からの熱を拡散することができる。そのため、熱伝導の主たる阻害要因である材料に、より広い面積の熱を通過させることができる。その結果、放熱特性が改善される。

【0055】

また、この発明のうち請求項8に係る半導体装置によれば、金属ブロックは半導体素子の中心から離れるほど半導体素子との隙間が広くなるため、半導体素子の周辺において、その中心よりも接合材が厚くなる。そのため、クラックの発生を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態1に係る半導体装置の回路図である。

【図2】 本実施の形態1に係る半導体装置の構造を模式的に示す平面図である。

【図3】 本実施の形態1に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【図4】 本実施の形態1に係る半導体装置の構造の一部を拡大して示す断面図である。

【図5】 金属ブロック3のパワー素子1を搭載する面から見た斜視図である。

【図6】 パワー素子1で発生した熱が伝導する様子を示した図である。

【図7】 本実施の形態1に係る半導体装置の変形例を示す平面図である。

【図8】 本実施の形態1に係る半導体装置の変形例を示す平面図である。

【図9】 本実施の形態2に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

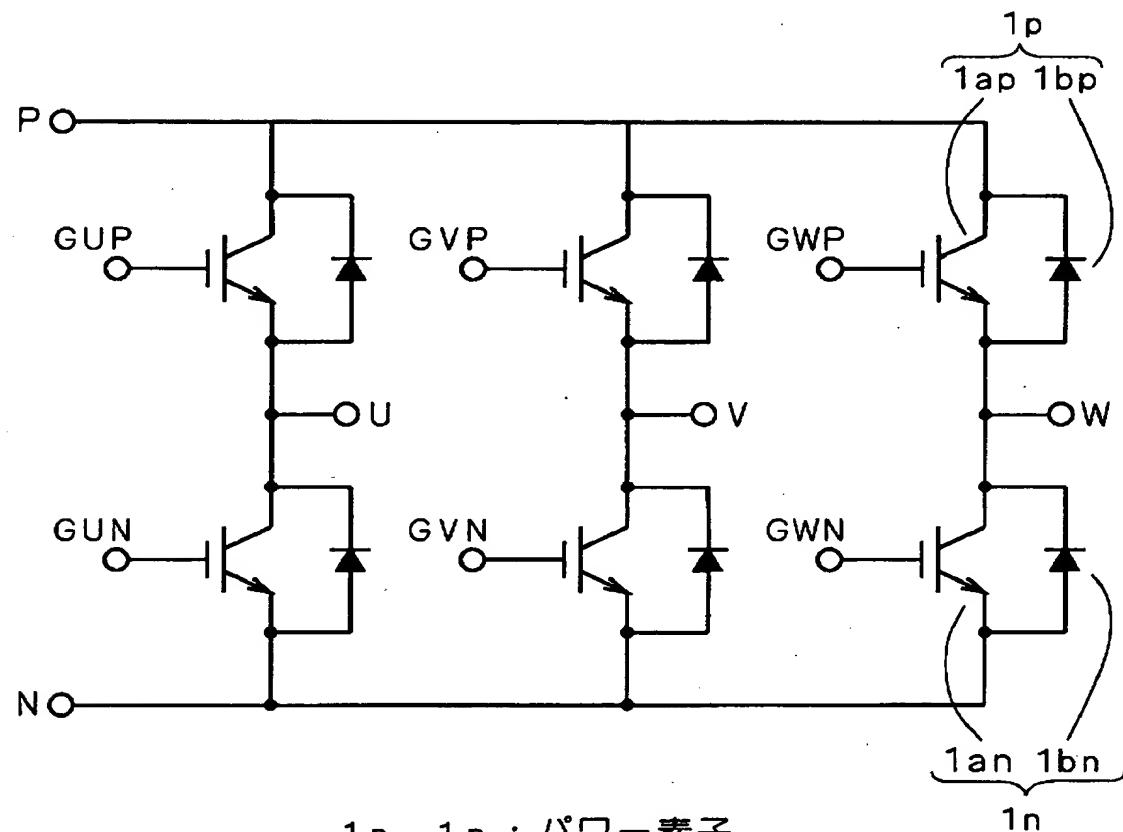
【図10】 従来の電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

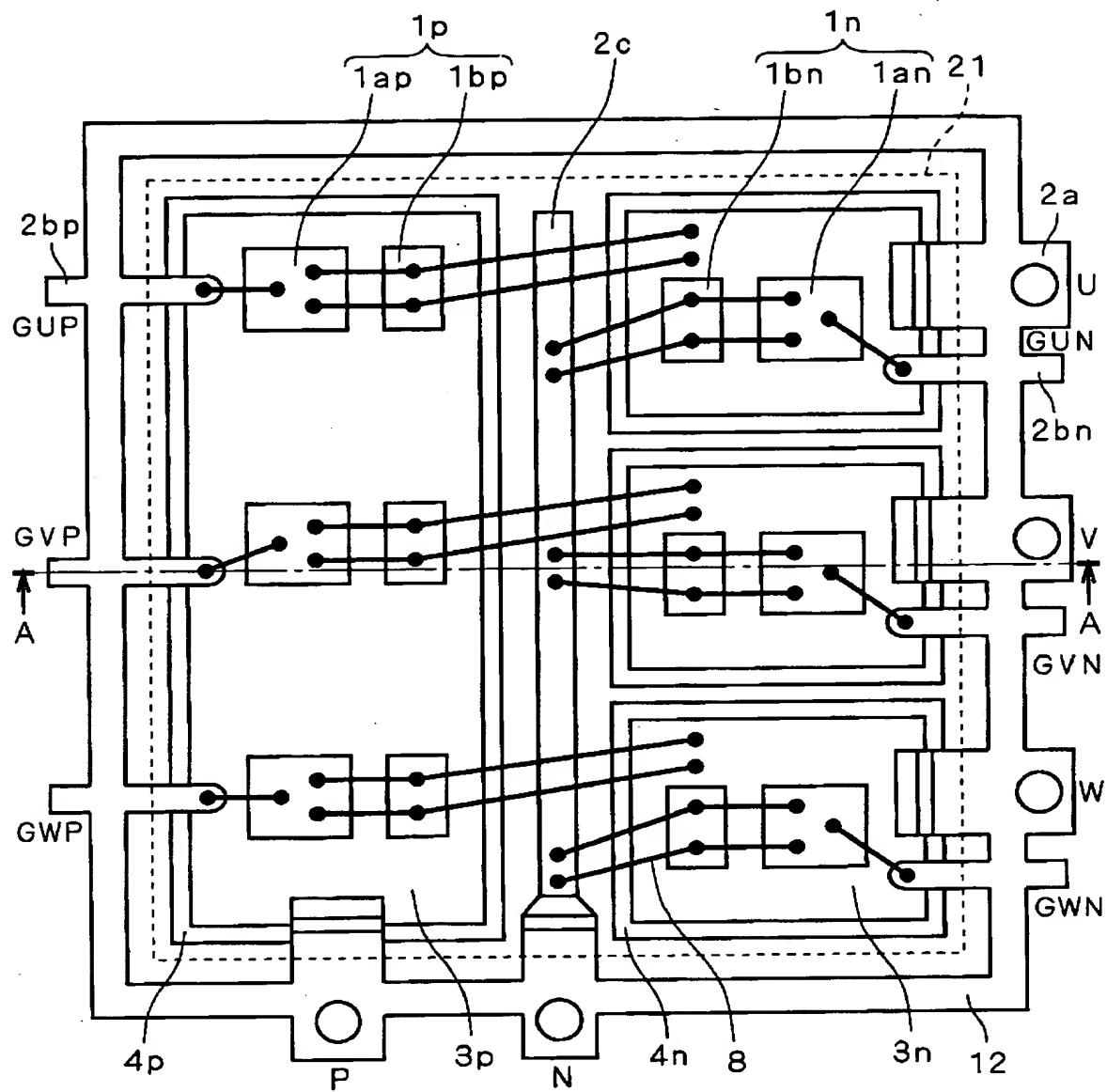
1 p, 1 n パワー素子、2 a 電極端子、3 金属ブロック、4 絶縁基板
、5, 7 金属層、6 セラミック基板、9, 10 接合材、11 樹脂パッケージ、
14 樹脂絶縁層、50 コレクタ電極。

【書類名】 図面

【図1】

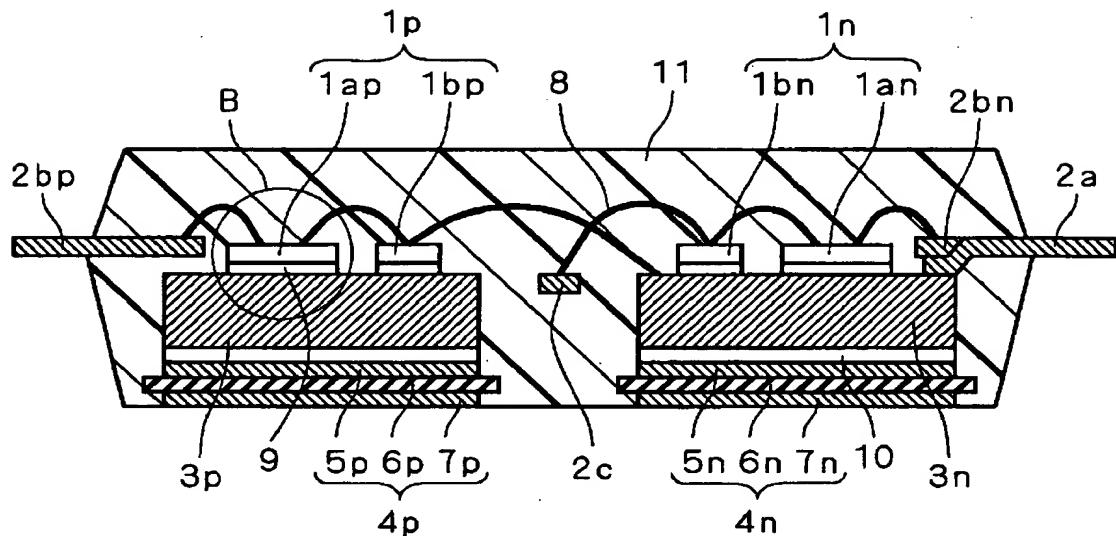


【図2】



2a, 2bp, 2bn, 2c : 電極端子
 3p, 3n : 金属プロック
 4p, 4n : 絶縁基板
 8 : アルミワイヤ
 12 : タイバー
 21 : 樹脂パッケージ形成範囲

【図3】



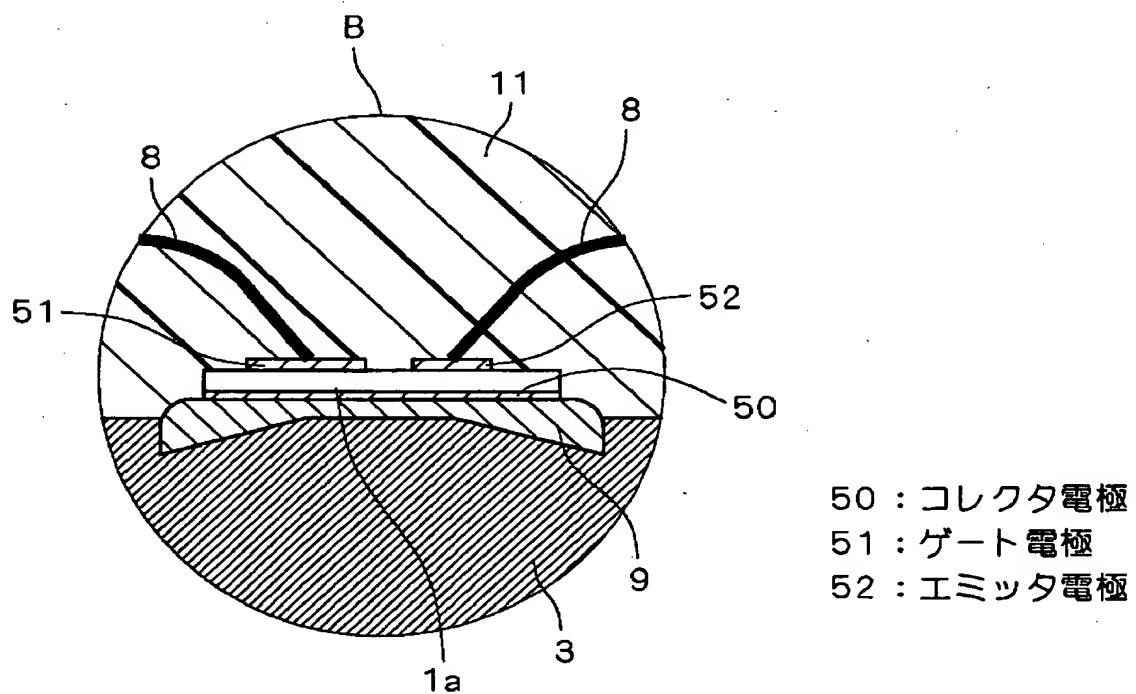
5p, 5n, 7p, 7n : 金属層

6p, 6n : セラミック基板

9, 10 : 接合材

11 : 樹脂パッケージ

【図4】

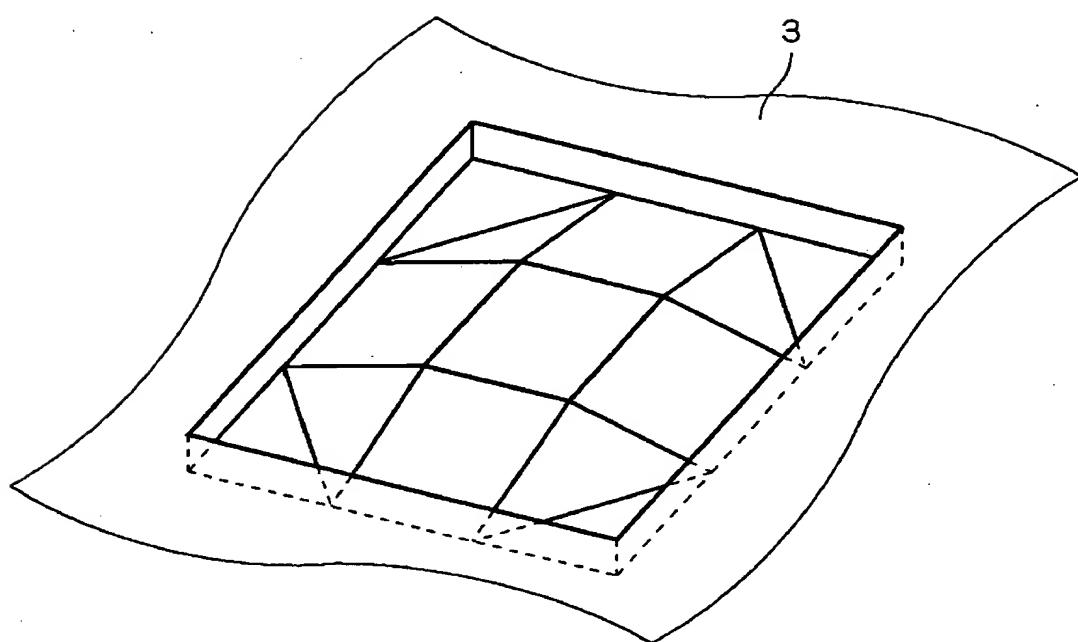


50 : コレクタ電極

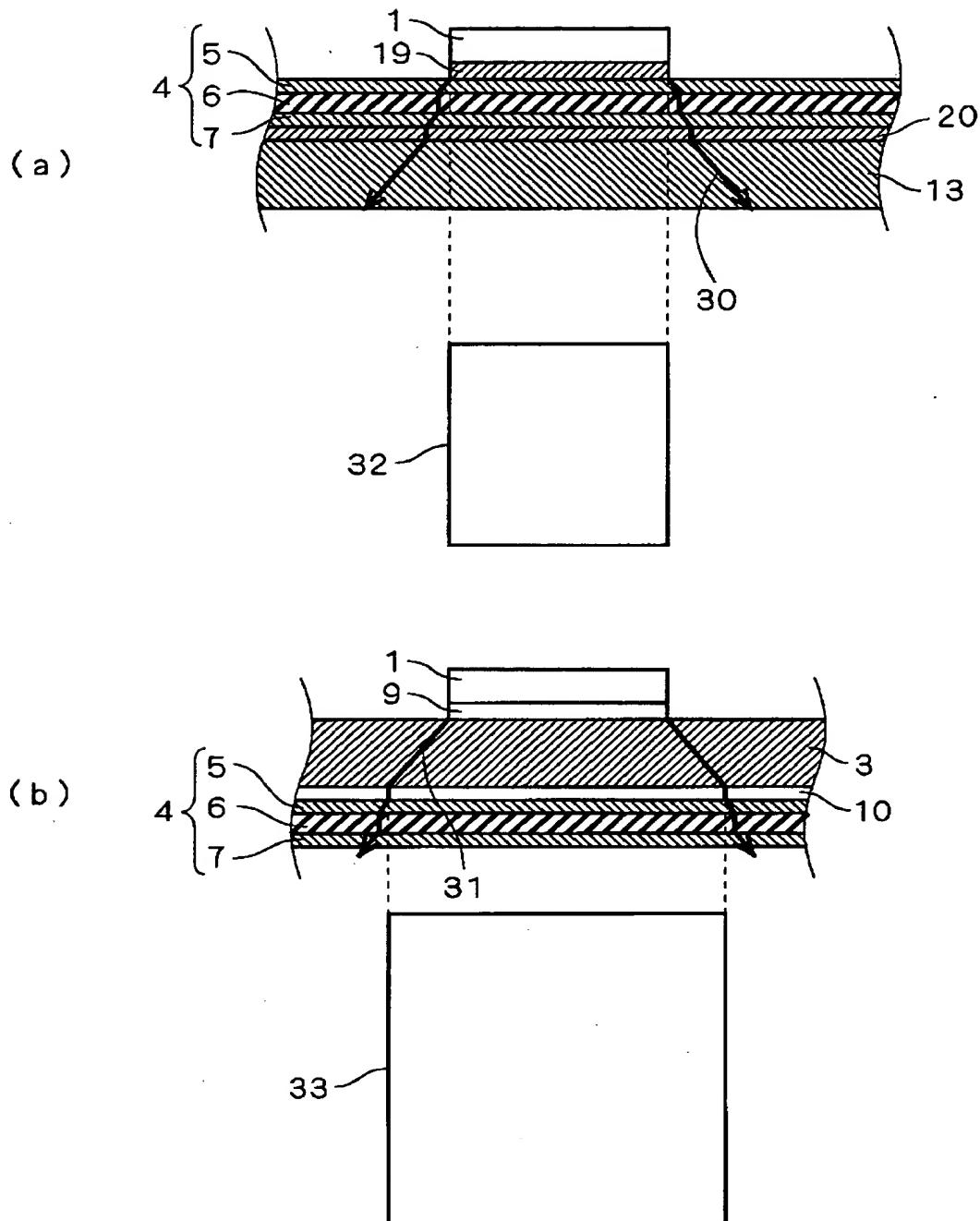
51 : ゲート電極

52 : エミッタ電極

【図5】



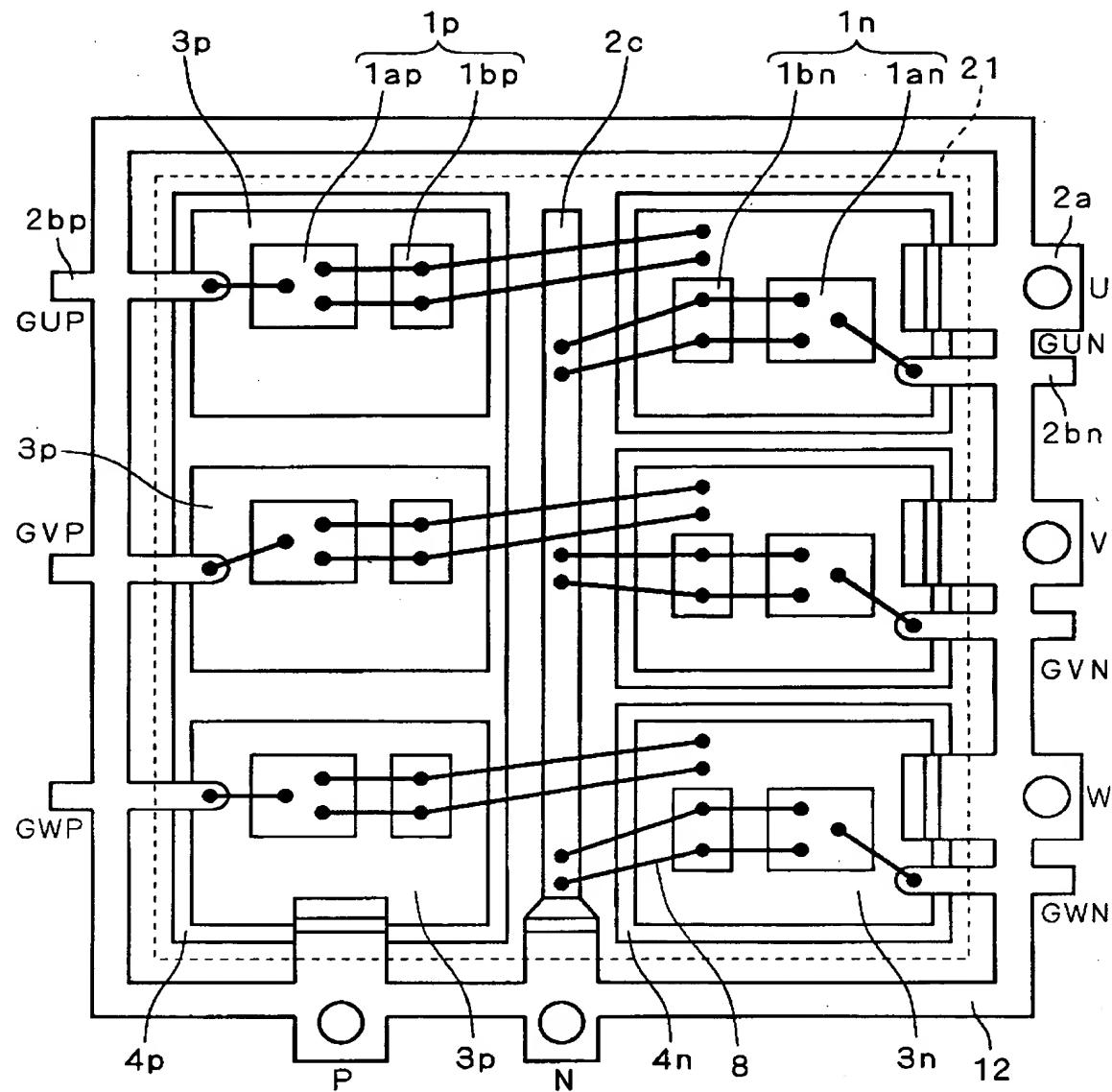
【図6】



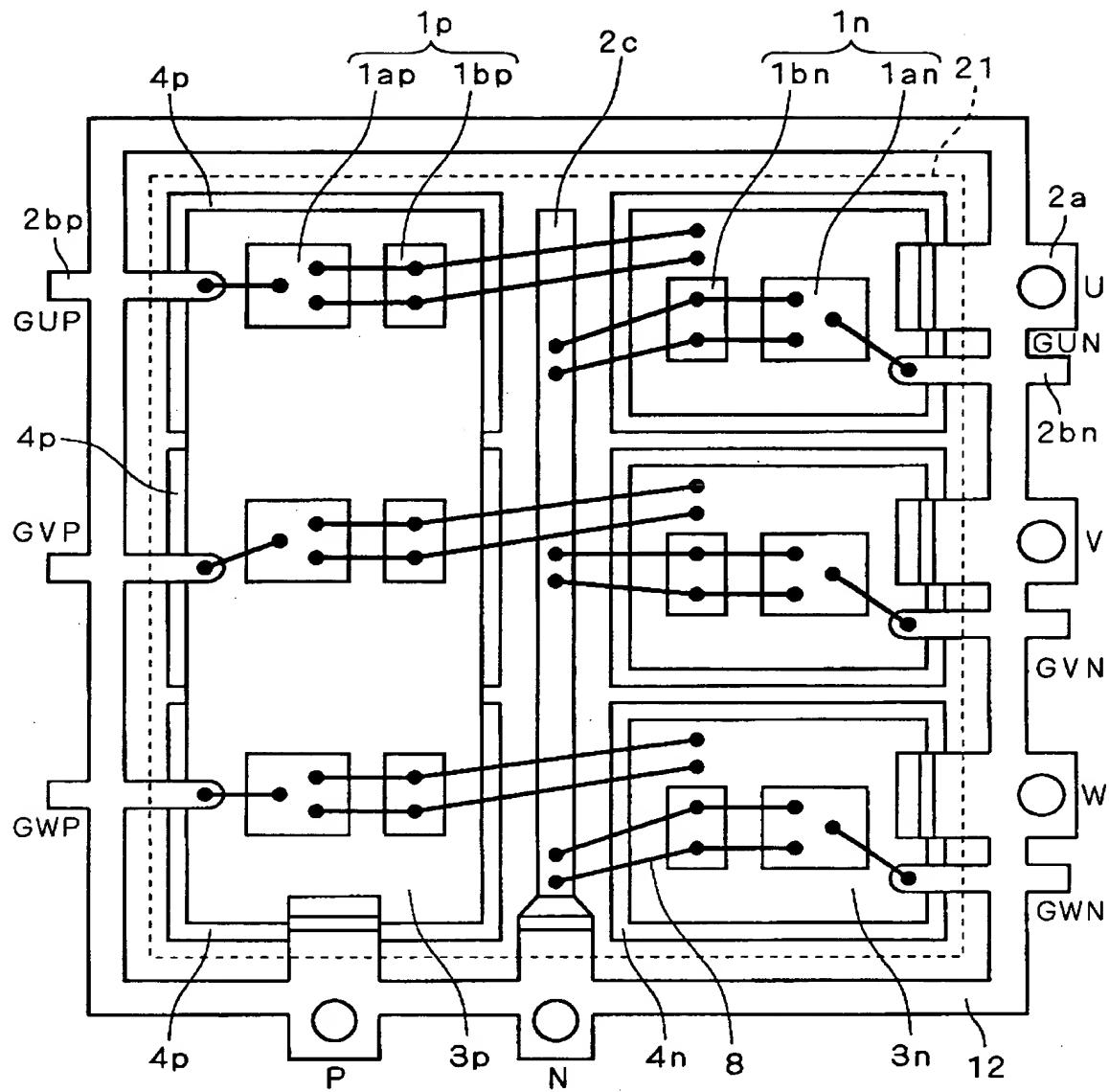
30, 31 : 热の拡散方向

32, 33 : 热の通過面積

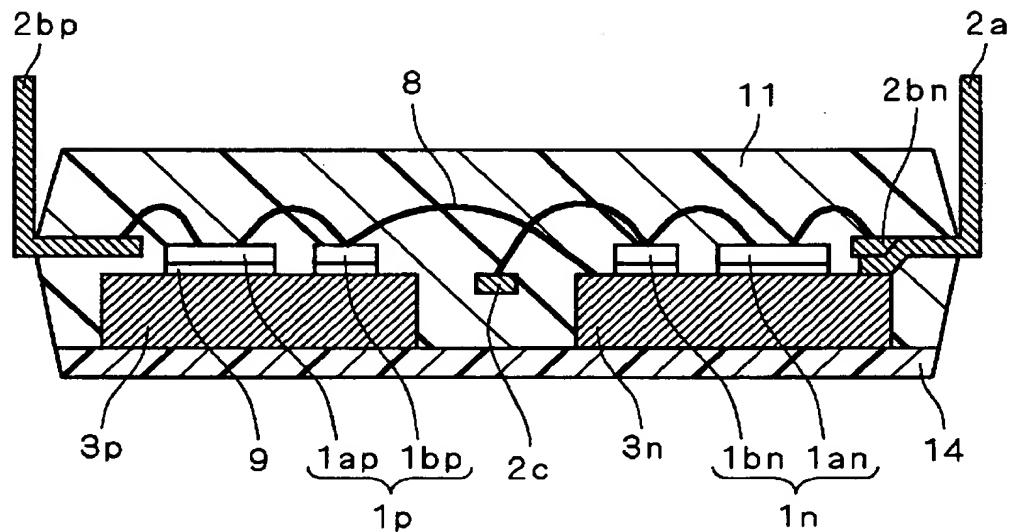
【図7】



【図8】

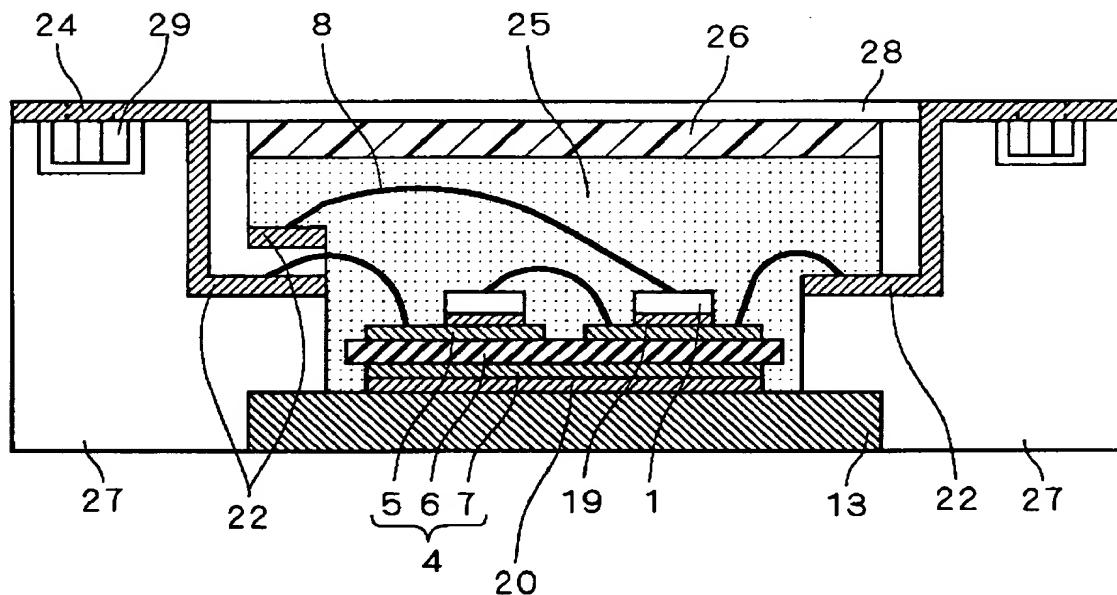


【図9】



14：樹脂絶縁層

【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放熱特性を向上する半導体装置を提供する。

【解決手段】 パワー素子1は金属ブロック3に搭載され、接合材9で接合されている。絶縁基板4は、セラミック基板6の両面に、同じ厚さの金属層5, 7を形成したものである。金属ブロック3及び絶縁基板4は、パワー素子1の絶縁単位ごとに設けられており、絶縁基板4の金属層5は金属ブロック3のパワー素子1と反対側の面に接合材10で接合されている。金属ブロック3 nのパワー素子1 nが接合された面には、電極端子2 aが例えば超音波接合で取り付けられている。電極端子2 b, 2 cは、パワー素子の電極（図示せず）とアルミワイヤ8で接続されている。樹脂パッケージ11は、絶縁基板4の金属層7を露出させつつ、パワー素子1, 電極端子2 a, 2 b, 2 c及び金属ブロック3を封止している。そして、露出している絶縁基板4の金属層7に外部放熱器（図示せず）が取り付けられる。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社